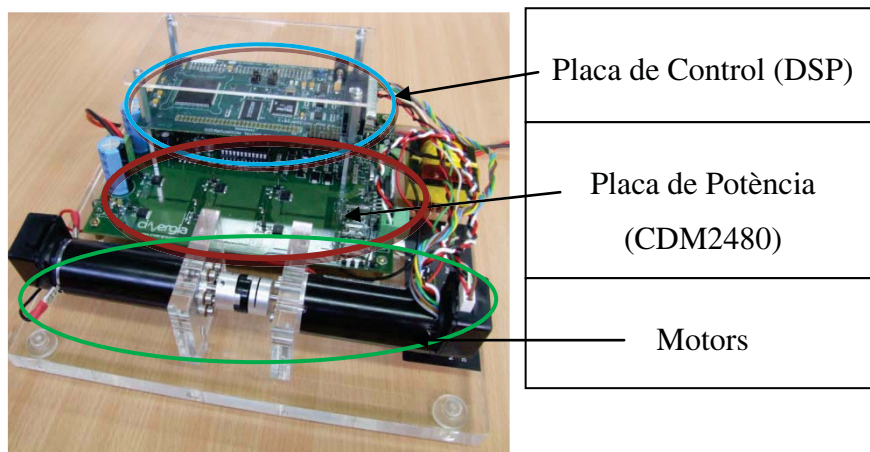


# CAPÍTOL 3:

## PLATAFORMA DOCENT

### 3.1 INTRODUCCIÓ

El present projecte parteix d'una plataforma docent, anomenada TestBed, específicament dissenyada pel control de motors i formada per una placa de potència, una de control, el motor Brushless DC i un motor de corrent continu [1]. Es va dissenyar la placa de potència per tal de subministrar i fer les mesures necessàries per complementar la placa de control i poder realitzar el control total de la bancada amb només el motor Brushless. L'objectiu principal d'aquesta plataforma va ser formar una bancada que incorporés tots els elements necessaris per poder formar a un enginyer/a en la programació en DSP i en el control de motors. És una plataforma desenvolupada des del CITCEA-UPC que incorpora l'última tecnologia en control de motors i convertidors estàtics mitjançant un processador digital de senyal.



*Figura 7. Fotografia real del TestBed. La placa de més grandàries correspon a la placa de potència, la CDM2480, i la que té a sobre correspon a la placa de control.*

Tot i així, com el processador digital de senyal incorporat a la placa de control permet el control de dos motors alhora es va dissenyar un algorisme de control en C per poder controlar un motor de corrent continu acoblat a l'eix del motor Brushless per tal d'exercir com a càrrega d'aquest [2]. Llavors es va disposar d'una bancada docent preparada pel control de dos motors, un Brushless i un DC, per poder realitzar pràctiques encarades tant a la programació en DSP's com al control de motors.

Posteriorment, es va centrar l'estudi en el disseny d'un algorisme de control per tal de controlar el motor de corrent continu de la bancada com a un aerogenerador i aprofitar el motor Brushless per a generació eòlica mitjançant els convertidors que ja incorporava aquesta [3].

Com ja s'ha comentat, les energies renovables comporten un tema de gran rellevància en l'actualitat i és per això que el present projecte s'orienta a fer els retocs necessaris a aquesta plataforma de la figura 7 per a crear una plataforma docent de generació fotovoltaica.

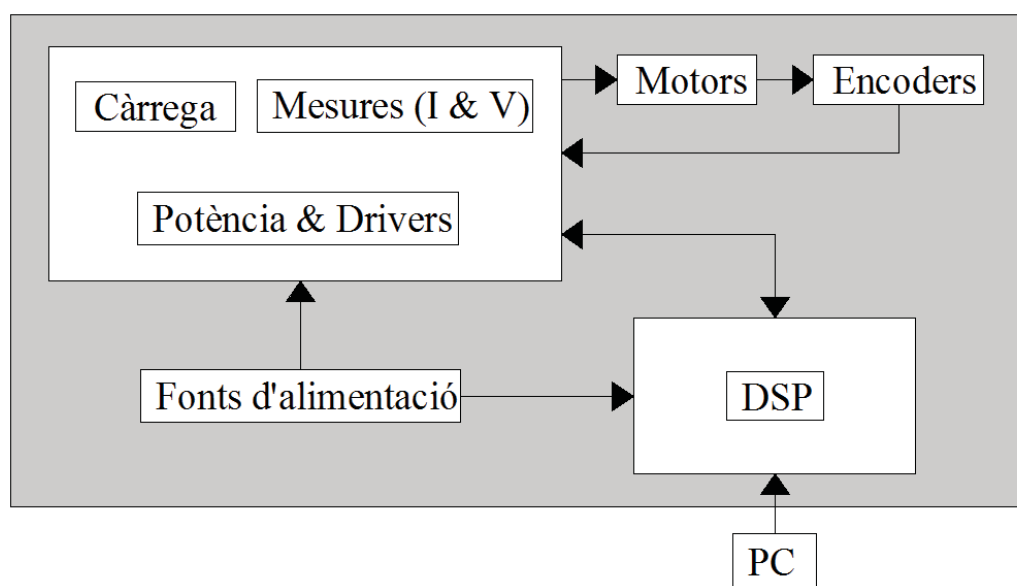
Abans d'encarar el projecte al disseny de la plataforma fotovoltaica caldrà tenir una idea clara de la plataforma de la que es parteix. Per tant, es comentarà descriptivament la funcionalitat de cada element del TestBed per tenir una idea del seu funcionament. Així doncs, una vegada s'ha entès la seva utilitat s'entendrà

d'una manera més eficient la finalitat i la capacitat d'implementació de la plataforma fotovoltaica objecte d'aquest projecte.

És un fet molt important considerar que es parteix d'aquesta plataforma ja que en la mesura del possible s'aprofitaran els convertidors, el control i els dispositius electrònics de condicionament del senyal que ja incorpora aquesta.

## 3.2 FUNCIONALITAT

La plataforma docent, com s'observa en la Figura 8, incorpora una sèrie de blocs o elements que s'entrellacen entre ells. Podem trobar-hi el DSK de Texas Instruments, la placa CDM2480, el motor Brushless DC, el motor de corrent continu, els encoders i les fonts d'alimentació. Tots ells tenen una determinada funció dins la plataforma docent específicament dissenyada per el control de motors.



**Figura 8.** Diagrama de blocs de la funcionalitat de la plataforma docent dissenyada pel control de motors.

L'encoder és un dispositiu transductor que s'acobla a l'eix del motor en qüestió i transforma cada volta o revolució en un impuls elèctric. D'aquesta manera mitjançant el DSP es pot calcular la velocitat i el sentit de gir del motor.

La placa CDM2480 és una placa que va ser dissenyada específicament pel control d'un motor Brushless DC i un motor de corrent continu. Les seves sigles fan referència a les seves característiques de funcionament: 24V i 80W

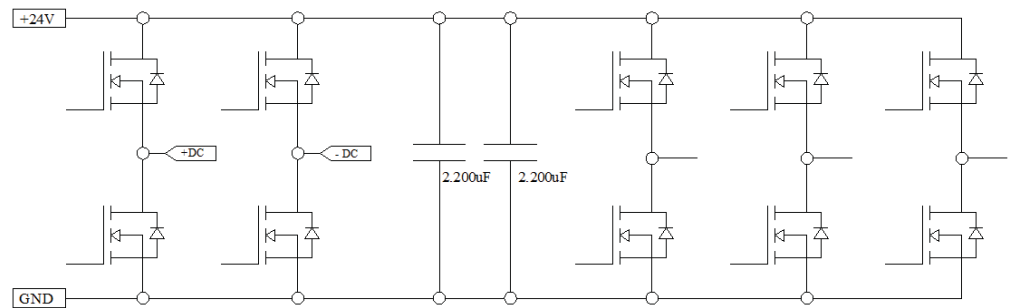
El DSP és un Processador Digital del Senyal, és un dispositiu basat en un microprocessador però amb més rapidesa i capacitat de càlcul.

La placa CDM2480 es relaciona amb el DSK, que incorpora el DSP, i subministra les alimentacions adequades als motors. Per realitzar aquest procediment són necessaris una sèrie d'elements com l'encoder, el qual mesura la velocitat i el sentit de gir del motor, mitjançant el DSP, i retorna la informació a la CDM2480. Les fonts d'alimentació serveixen per alimentar tant el DSK com els diferents components que incorpora la placa CDM2480.

Finalment, el DSK es comunica amb un port paral·lel amb un ordinador amb el qual, mitjançant un programa de control i programació, ens permet programar, depurar i visualitzar en temps real les variables internes del control implementat en el DSP. El diagrama de blocs corresponent queda definit a la figura 8, on es veu clarament el bucle de funcionament.

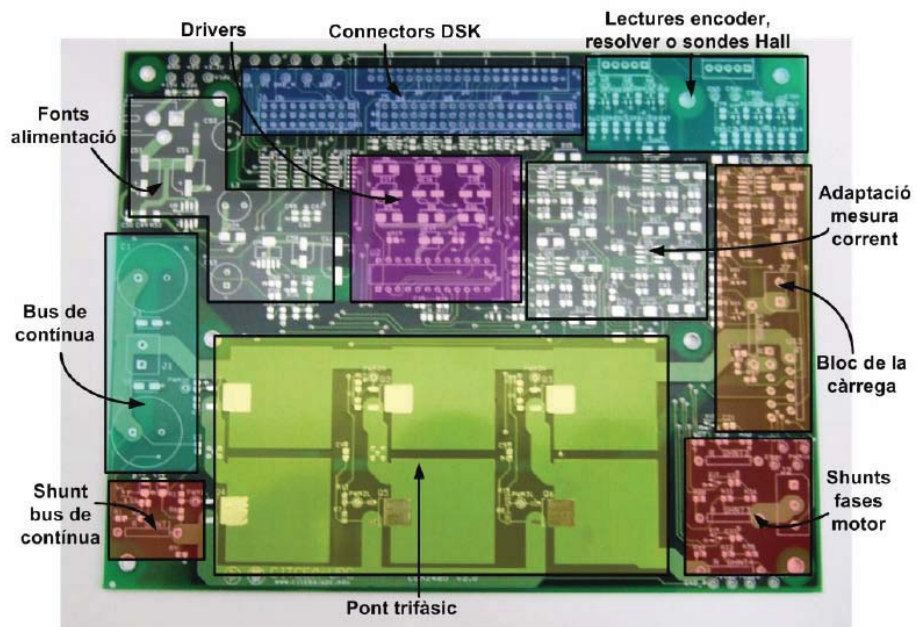
### 3.3 PLACA DE POTÈNCIA CDM2480

La placa CDM2480, mostrada a la figura 10, s'ha desenvolupat íntegrament, com ja s'ha explicat, pel desenvolupament de la plataforma docent de control de motors. Per tant, aquesta serà l'encarregada de subministrar les potències i mesures adequades a partir del control subministrat pel DSP.



**Figura 9.** Pont en H i pont trifàsic que incorpora la placa de potència (CDM2480) de la plataforma docent de la que es parteix

La placa CDM2480 incorpora una sèrie de blocs que es poden visualitzar a la figura 10. El primer bloc correspon a la potència i als Drivers que tenen la funció de subministrar les tensions adequades al motor a partir de les ordres de dispar dels semiconductors. Està format pel bus de contínua del qual penja un pont en H (pel control de la càrrega o motor de corrent continu) i un pont trifàsic (pel control de motor Brushless DC) de MOSFETS (figura 9).



**Figura 10.** Fotografia de la placa CDM2480 il·lustrant totes les seves parts

Després passem al bloc de mesures que s'encarrega de mesurar les corrents de fase del pont trifàsic i del bus de contínua mitjançant les corresponents resistències,

del tipus Shunt, per tal que no hi hagin curtcircuits i per informar a la part de control de l'estat actual, i poder així tancar les diferents realimentacions que puguin haver-hi durant el control en llaç tancat. Per a la mesura de les tensions hi ha una sèrie de divisors resistius amb seguidors de tensió connectats a l'ADC.

Finalment existeix un altre bloc que caldria tenir en compte, el bloc de les fonts d'alimentació que s'encarrega de subministrar les tensions adequades als diferents components de la placa a partir dels 5V d'entrada.

A les figures 11 i 12 es poden visualitzar els diferents esquemes que es van adoptar per fer les mesures de corrent i tensió respectivament dins la placa CDM2480.

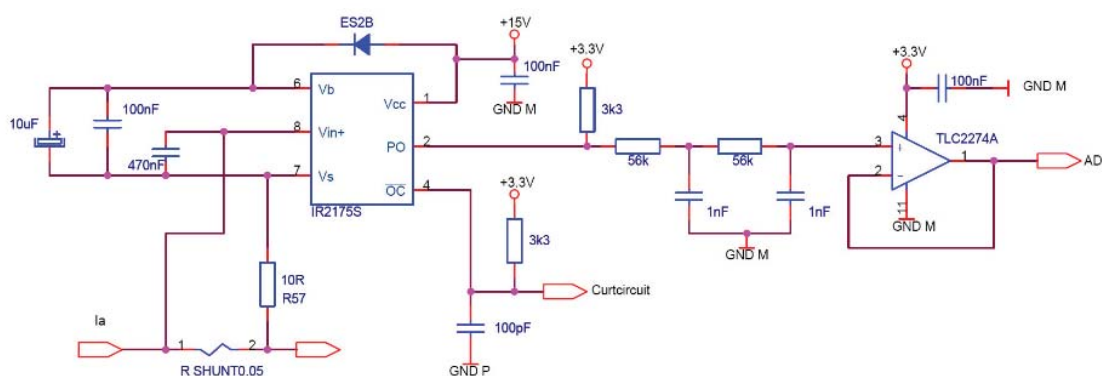


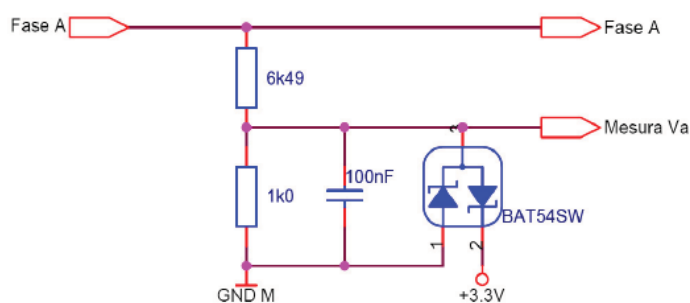
Figura 11. Esquema del circuit de mesura del corrent

Un altre component a tenir en compte dins la placa en qüestió és el Driver. Aquest té dues missions molt importants:

- Han d'indicar als MOSFETS quan s'han d'obrir o tancar establint les condicions de tensió de porta necessàries per a que aquest canvi sigui ràpid i robust.
- Han de protegir el DSP, que treballa amb tensions baixes, de la part de potència.

Una característica essencial del Driver és que ha de subministrar una tensió suficientment alta a la base del MOSFET respecte de l'emissor per tal que aquest

tanqui. El problema, però, és que aquest emissor no té per què estar referenciat al mateix potencial que la referència del DSP. És més, la tensió de referència del MOSFET superior de cada branca varia segons l' instant. És per això que cal aïllar la sortida del Driver del DSP.



**Figura 12.** Esquema del circuit de mesura de la tensió d'una fase del motor

Per una altra banda, l'etapa de potència és susceptible de patir diversos tipus de fallades, moltes de les quals poden provocar destrucció dels interruptors, com pot ser sobrecàrregues, mala connexió del cablejat, errors en les senyals de control, fallada dels components, etc. Per protegir el sistema, el Driver incorpora un pin que mesura la tensió entre el col·lector i l'emissor del MOSFET. Si, estant l'interruptor en conducció es produeix una tensió excessiva en aquest pin, s'envia una senyal al DSP per a que aturi immediatament el sistema.

L'element utilitzat en la CDM2480 per realitzar aquestes funcions és l'HIP4086 de la companyia *Intersil*. Aquest circuit integrat permet el comandament independent de sis interruptors, i està especialment dissenyat per controlar un pont trifàsic com el que es té en aquest cas. L'HIP4086 disposa també d'un senyal d'entrada que deshabilita l'obertura dels interruptors per motius de seguretat, que s'ha utilitzat per connectar-hi el senyal de curtcircuit del bus de contínua. També disposa de generació de temps morts i de protecció de commutació per branca que evita que dos interruptors d'una mateixa branca es conduïxin simultàniament i provoquin curtcircuit.

### 3.4 PLACA DE CONTROL DSK EZDSP F2812

La placa de control que incorpora la plataforma està formada pel DSP i pels diferents components de mesura i conversió necessaris. Es tracta d'una placa que la companyia Spectrum Digital es dedica a distribuir en Kits d'inicialització als DSP's C2000 de Texas Instruments. Tenen un baix cost i tenen una certa facilitat d'utilització, fet que garanteix un fàcil aprenentatge i un ràpid desenvolupament de prototips.

El *DSP Starter Kit* és un Kit que l'empresa Texas Instruments subministra específicament per l' inicialització en el control de motors. Incorpora un DSP i tots els elements necessaris per a realitzar el control correcte d'aquests. El Kit també incorpora un cable de port paral·lel per poder comunicar-se el DSP amb l'ordinador corresponent, la font d'alimentació de 5V per alimentar la placa i el software i la documentació necessàries.

Els motius pels quals es va escollir aquest DSP són:

- Disposa d'una implementació hardware de PWM. A partir d'un cicle de treball d'una branca dóna les sortides modulades i les negades amb els temps morts corresponent demanats.
- Presenta un gran nombre de pins per comunicar-se amb l'exterior. Aquesta característica dóna una gran flexibilitat de cara a transmetre la informació.
- Incorpora un ADC per poder mesurar les tensions i corrents sensades.
- Pot connectar-se a un PC amb connexió port paral·lel o JTAG.
- Disposa d'un programari dissenyat per la pròpia empresa de Texas Instruments amb un entorn amigable on poder dissenyar i implementar el codi que després s'enviarà al DSP.